

# 中国各地域 CO<sub>2</sub> 排出量変化とその要因分解に関する研究

王 鵬 飛

(受付 2010 年 11 月 1 日)

## 第 1 章 CO<sub>2</sub> 排出量要因分析の研究背景および本論文の目的

過去20数年間、中国は年平均9%近くの実質経済成長を遂げた。その主要な原因として計画経済から市場経済への体制移行、高度成長を生み出したのである。その一方、中国は二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) など温室効果ガスの世界最大級の排出国でありその動向に注目が集まっている。中国の1次エネルギー消費構成は、石炭が中心(6~7割)であり、消費量は年間14億トンで、世界最大の石炭消費国である。

中国は今後も高度経済成長をつづけるという目標を提起しており、エネルギーの需要は高まるばかりだが、高すぎる成長は多くの矛盾を生み出している。中国では、経済成長に伴って、環境汚染や自然災害等が大きな問題となってきた。環境保護政策等は整備されているものの、効果的な取り締まりの実施等、解決しなければならない問題が数多く存在する。

エネルギー需要の高まりは、2008年に各地で深刻な電力不足や石油価格、石炭価格の高騰がみられ、産業や生活に大きな影響を与えている。また、酸性雨、SO<sub>2</sub>、自動車の排ガスおよび微細粒子による汚染は深刻なもので、工場排ガス中のばい煙と自動車の排ガス複合型大気汚染は、中国で最も深刻な問題となっている。また、環境問題と経済成長をどのように調和させていくかという点が、中国にとって非常に大きな課題である。中国は大量にエネルギーを消費する構造にあるため、温暖化による影響を緩和するための施策については今後さらに踏み込んだ施策を行うことが求められている。

これに対し中国政府は2020年までの温室効果ガスの排出削減をめぐる行動目標を発表し、国内総生産 (GDP) 1 万元あたりの二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 排出量を2005年比で40%から45%削減すると発表した。中国のエネルギー環境問題は経済発展の地域格差によって複雑であり、そのため地域別の環境対策に対する研究が必要である。ここで、本論文は中国の地域別のエネルギー消費データを利用して、CO<sub>2</sub> の排出量を省別に推計した。中国経済発展の過程でCO<sub>2</sub> 排出量の変化によって各地域の地域性を明らかにするため、中国の地域別 CO<sub>2</sub> 排出量変化の要因分析を行った。中国の CO<sub>2</sub> 排出量はどういう影響を受けてるかを明白にした上で、今後中国の環境問題と経済成長を両立するためどのような環境政策を実施すべきかについて研究したい。

以下、第2章でCO<sub>2</sub>排出量の推計と要因分析について研究した。2.1節で、石油・石炭・天然ガスのエネルギー消費量を、CO<sub>2</sub>排放係数を用いて中国各地域のCO<sub>2</sub>排出量を計算した。2.2節で、Simple Average Divisia methods 方法を利用して中国各地域について1995年から2008までのCO<sub>2</sub>排出量の変化を、CO<sub>2</sub>原単位要因、エネルギー消費原単位要因、産業構造要因、第三次産業発展要因の4つの要因を分解した。2.3節で、以上で分解したCO<sub>2</sub>原単位要因、エネルギー消費原単位要因、産業構造要因、第三次産業発展要因4つの要因を具体的に分析し、中国のCO<sub>2</sub>排出量は経済発展の影響を受けて、東部から中部と西部へと徐々に減っていく傾向が明らかである。

第4章では、全国的に見ると一人当たりCO<sub>2</sub>排出量変化観察し、東部が最も高く、その次は中部、最後は西部である。東から西へと徐々にCO<sub>2</sub>排出が落ちて行くという結果を取れた。

## 第2章 CO<sub>2</sub> 排出量の推計と要因分析

### 2.1節 データと排出量変化の特徴

本論文では、1995年から2008年までの14年間における中国の省、自治区、直轄市別GDPのデータを「中国統計年鑑」(1996-2009)から取り上げ、石油・石炭・天然ガスのエネルギー消費量を「中国能源統計年鑑」(1996-2009)から取り上げた。このデータを用いて、2010年現在、台湾、香港、マカオを除くと中国本土31の省・自治区・直轄市行政地域があり、それ以前の重慶市のデータは四川省に含まれているので、ここでは1997年以降から、四川省と重慶市のデータを別々に計算している。

また、チベット自治区に関しては、「中国能源統計年鑑」に記載されているデータがごくわずかしかないので、これを分析対象外にした。これらの結果、使用するデータは30の省・自治区・直轄市行政地域に関する14年間のデータとなる。以下、CO<sub>2</sub>排出量計算の詳細について説明する。

各地域の粗付加価値は「中国統計年鑑」記載の各省、自治区、直轄市別GDPを計上し、それを名目GDPから実質GDPに実質化したものを用いる。排出CO<sub>2</sub>汚染量としては、「中国能源統計年鑑」に記載の石炭(石炭とコークス)・原油(原油、燃料油、ガソリン、灯油、軽油)・天然ガスのデータをCO<sub>2</sub>排放係数(注<sup>1)</sup>)を用いて計算したものを、中国各地域のCO<sub>2</sub>排出量として出した。

すなわち

---

1) 各国エネルギー物の化学成分が異なる事によって、ここで使用した排放係数は中国国家發展改革委員会研究所が公表した中国CO<sub>2</sub>排放係数

$$C = \text{coal(石炭)} * 0.7476 + \text{crude oil(原油)} * 0.5825 + \text{natural gas(天然ガス)} * 0.4435$$

表1はこの公式を利用して計算した1995年から2008年北京のCO<sub>2</sub>排出量の値である。

ここで、中国の省、自治区、直轄市別の行政地域を東部、中部と西部三つの大きな地域に分ける方法について説明する。東部とは、中国国内の沿岸地域である。東部地域は対外開放などが積極的に進められた結果、1980年代は広州、深圳といった珠江デルタ地域、1990年代は上海を中心とした長江デルタ地域が目覚ましい発展を遂げた。この地域は、中国の改革開放政策を実施して以来、鋼鉄、石油化学、電子情報、紡績といった製造業が集中していて、外資系企業も多く進出している地域である。

中部地域は、沿岸地域に比較的に近い内陸地域であり、中国の主要な食糧生産基地、エネルギー原料基地、設備製造業基地であると同時に、総合交通運輸ハブでもある。1979年の改革・開放以降、一定の経済発展は遂げているものの、その速度は東部と比較して見劣りする。また、東部と中部には、中国75%以上の人口が集中している地域でもある。

西部地域は内陸発展途上地域である。中国全国の陸地面積の56%をしめており、その人口の総計は2.85億であり、およそ全国の総人口の23%を占めている。一方、中西部地域への海外からの直接投資は、増加傾向にあるものの、その規模は非常に小さい。四川省のように、成都市への米モトローラなどによる大型投資がけん引するかたちで一定の増加が続いている地域もあるが、その他の省・自治区については、海外からの直接投資の伸びは依然低水準である。西部地域の一人当たりGDPは全国平均の3,500ドルの以下、約1,800ドル（平均の60%）である。これは、沿岸地域の一人大きく10,000ドルをかなり下回り、東部と西部の経済格差は大きくなっていることが浮かび上がる。

図1は表2を元に、中国各地域を三つの地域に分けて、1995年と2008年の年間CO<sub>2</sub>排出量を示した。1995年にCO<sub>2</sub>年間排出量は5,000万トンを超える地域は山西、遼寧、河北、山東、四川、江蘇、河南のわずか7地域であった。しかし2008年までに排出量5,000万トンを超える地域が3倍も増えて21地域となった。そのうち年間排出量10,000万トンを越える地域が東部では、山東、河北、江蘇、遼寧、広東、浙江の6省である。中部では、山西、河南、内モン古、と黒竜江の4省であり、中国全国で合計10省となった。

これらの地域は東部つまり沿海部に位置する省が多い。中では、特に山東省の排出量が多く、2008年分が1995年分の約4倍となる、ほかの省を大きく上回っている。一方、東部に含まれる海南省は、CO<sub>2</sub>排出量が全国一番少ない省であり、山東省は海南省の約32倍となり、CO<sub>2</sub>排出量の地域格差を浮かび上がる。

東部に続いて、中部地域では山西、河南、内モン古のCO<sub>2</sub>排出量は17,500万トンを超えて目立っている。これらの排出量が多い省は、いずれも軽重工業を持つ、あるいは人口・経済規

表 1

エネルギー消費量 (万トン)			CO <sub>2</sub> 排放係数		炭素排出量 (万トン)
1995	煤 炭	3,192.70	煤 炭	0.7476	2,995.08
	石 油	1,043.26	石 油	0.5825	
	天然気	1.16	天然気	0.4435	
1996	煤 炭	3,228.30	煤 炭	0.7476	3,070.86
	石 油	1,127.45	石 油	0.5825	
	天然気	1.44	天然気	0.4435	
1997	煤 炭	3,061.10	煤 炭	0.7476	2,694.00
	石 油	694.79	石 油	0.5825	
	天然気	1.81	天然気	0.4435	
1998	煤 炭	3,160.50	煤 炭	0.7476	2,962.62
	石 油	1,026.90	石 油	0.5825	
	天然気	3.74	天然気	0.4435	
1999	煤 炭	3,092.30	煤 炭	0.7476	2,963.05
	石 油	1,112.05	石 油	0.5825	
	天然気	7.85	天然気	0.4435	
2000	煤 炭	3,169.00	煤 炭	0.7476	3,043.63
	石 油	1,149.61	石 油	0.5825	
	天然気	10.90	天然気	0.4435	
2001	煤 炭	3,104.60	煤 炭	0.7476	2,998.36
	石 油	1,150.10	石 油	0.5825	
	天然気	16.74	天然気	0.4435	
2002	煤 炭	2,909.00	煤 炭	0.7476	2,897.64
	石 油	1,225.00	石 油	0.5825	
	天然気	21.00	天然気	0.4435	
2003	煤 炭	3,112.20	煤 炭	0.7476	3,038.74
	石 油	1,206.28	石 油	0.5825	
	天然気	21.19	天然気	0.4435	
2004	煤 炭	3,394.70	煤 炭	0.7476	3,359.10
	石 油	1,389.25	石 油	0.5825	
	天然気	27.02	天然気	0.4435	
2005	煤 炭	3,466.40	煤 炭	0.7476	3,439.07
	石 油	1,430.70	石 油	0.5825	
	天然気	32.04	天然気	0.4435	
2006	煤 炭	3,404.60	煤 炭	0.7476	3,456.52
	石 油	1,533.42	石 油	0.5825	
	天然気	40.65	天然気	0.4435	
2007	煤 炭	3,343.19	煤 炭	0.7476	3,561.33
	石 油	1,787.60	石 油	0.5825	
	天然気	46.64	天然気	0.4435	
2008	煤 炭	2,980.6	煤 炭	0.7476	3,437.04
	石 油	2,028.9	石 油	0.5825	
	天然気	60.7	天然気	0.4435	

中国各地域 CO<sub>2</sub> 排出量変化とその要因分解に関する研究

表 2

中国各地域 CO <sub>2</sub> 排出量 (万トン)		1995	2008
東 部	北 京	2,995.08	3,437.04
	天 津	2,387.66	4,295.45
	河 北	9,574.84	24,020.49
	辽 宁	9,664.19	17,696.43
	上 海	3,517.08	6,862.81
	江 苏	7,269.43	19,133.49
	浙 江	3,498.04	12,413.35
	福 建	1,384.80	5,899.38
	山 东	8,086.69	31,673.26
	广 东	4,409.04	14,211.83
	海 南	170.42	981.16
	年間平均排出量	<b>4,814.30</b>	<b>12,784.06</b>
中 部	山 西	12,290.34	23,406.58
	内 蒙 古	3,672.92	18,347.82
	吉 林	3,888.60	7,481.67
	黑 龙 江	5,339.17	10,031.21
	安 徽	3,873.21	9,663.47
	江 西	2,406.26	4,845.62
	河 南	6,189.19	19,848.39
	湖 北	4,338.23	9,668.74
	湖 南	4,762.40	9,103.18
	年間平均排出量	<b>5,195.59</b>	<b>12,488.52</b>
西 部	广 西	1,981.67	4,347.64
	重 庆	0.00	4,448.35
	四 川	7,424.94	9,647.20
	贵 州	3,158.14	7,834.04
	云 南	2,437.14	7,284.94
	陕 西	3,258.85	8,423.98
	甘 肃	2,296.65	4,863.35
	青 海	438.11	1,228.62
	宁 夏	890.07	3,566.34
	新 疆	2,520.54	6,075.62
	年間平均排出量	<b>2,440.61</b>	<b>5,772.01</b>
中国全国年間平均 CO <sub>2</sub> 排出量		4,137.46	10,358.05
中国全国年間合計 CO <sub>2</sub> 排出量		124,123.71	310,741.41

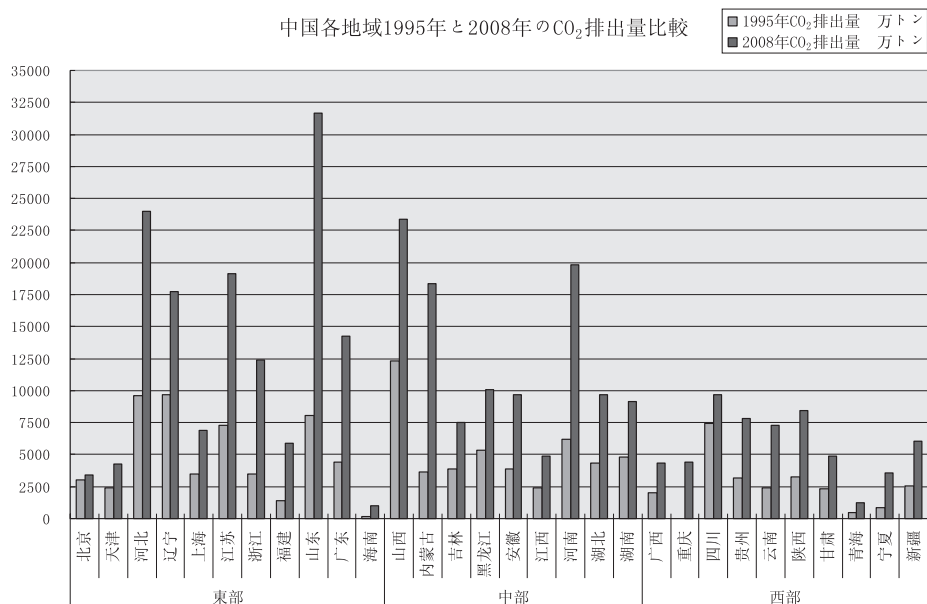


図1

模が大きい省であることがわかった。また、西部全体が中国の内陸に位置する、人口・経済・産業などが弱い地域であるため、緩やかな排出増加傾向を示している。

次に、中国全体として1995年と2008年の年間平均排出量を比較してみると、1995年の全国平均排出量が4,137.46万トンであり、2008年の全国平均排出量が10,358.45万トンであり、14年間で約2.5倍増えた。地域別でみると、東部地域は1995年間平均排出量が4,814.30万トン、中部の平均排出量が5,195.59万トン、西部が2,440.61万トンである。

1995年時点で中部地域の年間平均排出量は東部を上回っている。中部と東部の年間排出量が西部の2倍よりも高く、全国年間平均排出量も上回った形となる。2008年になると、東部の年間平均排出量が1,2784.06万トンとなり、中部の1,2488.52万トンを上回って、最後に西部の5,772.01万トンである。CO<sub>2</sub>排出量は東部から中部と西部へと徐々に減っていく傾向が明らかである。

## 2.2節 要因分析の方法

以上では、中国各地域1995年から2008年までのCO<sub>2</sub>排出量について地域格差とCO<sub>2</sub>排出量変化の特徴を見てみた。ここでは、時間の変化に伴って同地域のCO<sub>2</sub>排出量変化の特性を要因分析の方法で検証したい。方法としては Simple Average Divisia methods の方法を使用した。

ここで、ある国（地域）のCO<sub>2</sub>排出量を、

$$C_i = C_i / E_i * E_i / Y_i * Y_i / Y_{3i} * Y_{3i} \quad (1)$$

と分解する、これは茅の恒等式である。

$C_i$  : CO<sub>2</sub> 排出量

$E_i$  : エネルギー消費量

$Y_i$  : 地域内総生産 (GDP)

$Y_{3i}$  : 第三次産業地域内総生産

$i$  : 国あるいは地域

このとき、CO<sub>2</sub> 排出量の変化 ( $\Delta C$ ) は、次のように4つの要因に分解できる。

ただし

$C_i / E_i$  (CO<sub>2</sub> 原単位要因)

$E_i / Y_i$  (エネルギー消費原単位要因)

$Y_i / Y_{3i}$  (産業構造要因)

$Y_{3i}$  (第三次産業発展要因)

ここで、 $C_t$  と  $C_0$  はそれぞれ基準年1995年と比較年2008年の CO<sub>2</sub> 排出量を表すと、この2時点の CO<sub>2</sub> 排出量の変化は、以下の式で表せる。

$$\Delta C_i = C_{it} - C_{i0} \quad (2)$$

この排出変化量の変化を4つの要因に分解すると、以下の式となる。

$$\Delta C_i = \Delta C_{tec} + \Delta C_{int} + \Delta C_{str} + \Delta C_{ce} \quad (3)$$

とおくと

$$\begin{aligned} \Delta C_i = & 0.5(C_{i0} + C_{it}) \cdot LN[(C_{it} / E_{it}) / (C_{i0} / E_{i0})] \\ & + 0.5(C_{i0} + C_{it}) \cdot LN[(E_{it} / Y_{it}) / (E_{i0} / Y_{i0})] \\ & + 0.5(C_{i0} + C_{it}) \cdot LN[(Y_{it} / Y_{3it}) / (Y_{i0} / Y_{3i0})] \\ & + 0.5(C_{i0} + C_{it}) \cdot LN(Y_{3it} / Y_{3i0}) \end{aligned}$$

以上の式から、CO<sub>2</sub> 排出量の変化は、CO<sub>2</sub> 原単位要因、エネルギー消費原単位要因、産業構造要因、第三次産業発展要因の4つの項に分解することができた。

CO<sub>2</sub> 原単位要因はエネルギー消費の CO<sub>2</sub> 排出量で、エネルギー源の構成の変化を表す指標である。エネルギー消費原単位要因は単位付加価値の産出あたりのエネルギー消費で、エネルギー消費効率の指標である。産業構造要因は各産業の生産ウエートの変化による全産業の CO<sub>2</sub> 排出への影響を表す。第三次産業発展要因は、第三次産業経済規模の変化がどれだけ

CO<sub>2</sub> 排出の増減を影響しているのか表している。

### 2.3節 要因分析の結果

ここから、上の方法を用いて中国各地域について1995年から2008年までのCO<sub>2</sub>排出量の変化を、CO<sub>2</sub>原単位要因、エネルギー消費原単位要因、産業構造要因、第三次産業発展要因の4つの要因を分解した。

図2と図3は表3のデータを用いて作成した1995年から2008年までCO<sub>2</sub>排出量変化の要因分析図である。

2008年中国全体でのCO<sub>2</sub>排出量は310,741.41万トン、1995年の124,123.71万トンより186,617.70万トン増加した。14年間で、年間平均1億トン強の増加ペースで増加している。中に全体で増加した186,617.70万トン排出量のうち、CO<sub>2</sub>原単位要因が9,838.49万トンのプラス、エネルギー消費原単位要因が188,279.27万トンのマイナス、産業構造要因9,133.08万トンのマイナス、第三次産業発展要因が387,107.88万トンのプラスという結果が出た。このうち、エネルギー消費原単位要因と第三次産業成長要因が大きな影響を働いたことがわかった。

地域別の増加でみると、北京、天津、福建、江西、広西、海南、重慶、青海、寧夏、新疆は緩やかな排出増加傾向を示しており、これ以外の地域は大きな増加ペースでCO<sub>2</sub>排出量を増加している。このうち、要因の大きさから見るとどの地域においてもCO<sub>2</sub>排出量を増加したのは第三次産業成長要因であった。すべての地域において第三次産業成長要因がプラスになった。

一方、これと対照的にエネルギー消費原単位要因が海南以外の地域で全部マイナスとなった。エネルギー消費原単位要因が第三次産業経済発展要因と逆の働きをしていて、CO<sub>2</sub>排出削減に大きく貢献していることがわかる。大体第三次産業成長要因が大きい地域はエネルギー消費原単位を引き下げ要因としても強く働いている。特に大きいこの二つの要因がどちら強いかによって、この地域のCO<sub>2</sub>排出量の増減傾向を決めることになる。

また、CO<sub>2</sub>原単位要因も産業構造要因もそれほど大きくないが、大半の地域でこの二つの要因もプラスになっている。特にCO<sub>2</sub>原単位要因は一部の地域北京、河北、青海、寧夏、新疆などではごく微小であり、これは単位エネルギーあたりのCO<sub>2</sub>排出量がなかなか改善しない、つまりエネルギー転換効率が悪いという実情が浮かび上がる。産業構造要因は、河北、山西、遼寧、内蒙古、山東、広東でプラスとなり、これらの地域の産業構造が転換あるいは改善する余地があることがわかる。

総括的に言えば、東部のCO<sub>2</sub>排出は、経済によることがわかる。中部と西部のCO<sub>2</sub>排出は、産業構造とエネルギー利用効率の低下によることがわかる。全体として、第三次産業経済発展要因が大きく働いている。



表 3

		CO <sub>2</sub> 原単位要因	エネ消費原単位 要因	産業構造要因	第三次産業成長 要因
東 部	北 京	-134.59	-5,910.89	-1,136.50	7,624.63
	天 津	7.35	-4,502.30	508.85	5,948.39
	河 北	3.52	-13,733.74	1,178.18	28,002.01
	辽 宁	-176.59	-13,061.21	4,413.86	17,099.66
	上 海	1,002.33	-6,439.16	-789.38	9,695.60
	江 苏	1,033.14	-11,644.28	-1,334.34	24,721.36
	浙 江	-459.43	-3,845.04	-735.97	15,116.88
	福 建	577.87	-1,168.05	46.09	5,822.54
	山 东	1,869.97	-11,037.62	792.89	35,515.96
	广 东	1,992.71	-8,711.37	-1,419.58	19,035.33
	海 南	-56.51	265.21	207.63	591.58
中 部	山 西	-51.51	-21,446.33	2,360.64	30,635.24
	内 蒙 古	-22.41	-6,843.18	1,346.13	23,229.90
	吉 林	359.66	-6,523.10	-323.42	10,207.27
	黑 龙 江	674.22	-6,718.18	-309.35	11,199.82
	安 徽	777.65	-4,662.28	-1,438.26	11,510.97
	江 西	293.57	-3,854.96	337.72	5,761.83
	河 南	1,078.00	-9,513.27	-70.34	23,676.64
	湖 北	950.98	-6,232.79	-1,099.59	11,994.22
	湖 南	-13.59	-6,764.34	-159.98	11,429.46
西 部	广 西	-39.32	-2,431.00	215.20	4,741.57
	重 庆	-46.53	-1,930.27	-452.42	4,832.49
	四 川	-133.61	-8,419.33	-437.89	11,225.76
	贵 州	-14.61	-4,148.26	-1,497.43	10,653.46
	云 南	-16.58	-2,207.97	-163.18	7,710.48
	陕 西	-180.18	-5,513.46	1,160.44	10,080.84
	甘 肃	334.85	-3,904.64	44.10	6,211.67
	青 海	12.36	-620.33	156.63	1,310.69
	宁 夏	14.19	-1,082.37	165.42	3,995.49
		新 疆	7.07	-3,223.43	597.13

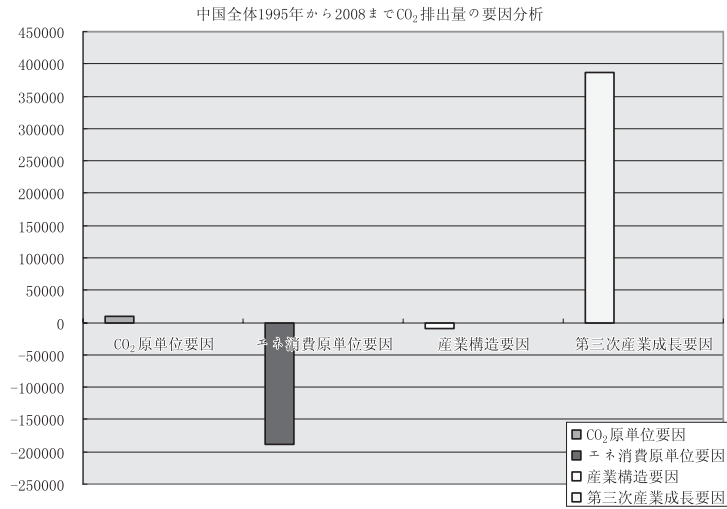


図 2

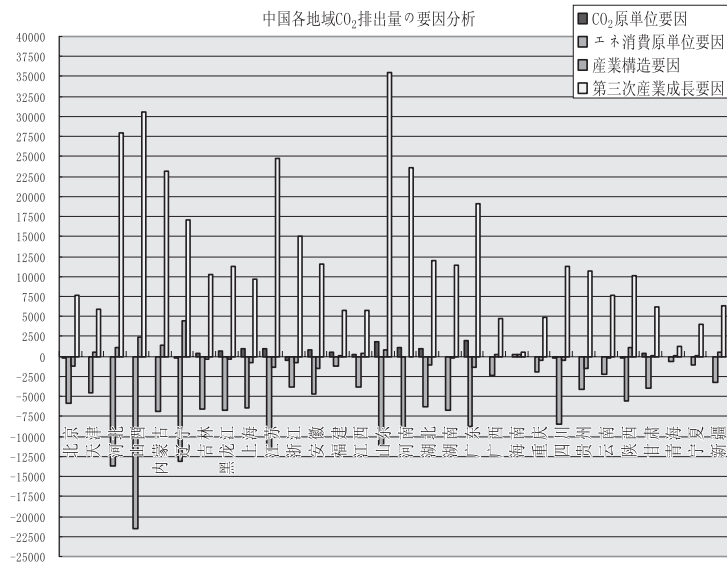


図 3

中国の大気汚染問題はそのエネルギー消費構造と密接な関連を持っている。即ち、基本的に産業、経済発展とも技術的低位のために熱効率が低く、単位 GDP 当たりのエネルギー消費が多く、一次エネルギーの70%が石炭で占められていることから CO<sub>2</sub> 排出量は相対的に一層多くなっている。

### 第3章 地域別の一人あたり CO<sub>2</sub> 排出量変化の要因分解

前章では、地域ごとの CO<sub>2</sub> 排出量変化を見た。しかし、これらの地域の面積の大小によって排出量は変化する。地域別の CO<sub>2</sub> 排出量変化を相対的に捉えるために一人当たりで見る必要がある。

ここで、一人当たりの CO<sub>2</sub> 排出量を計算する。方法としては前章で使用した Simple Average Divisia methods 法である。

ここで、ある国（地域）の一人あたり CO<sub>2</sub> 排出量を、

$$C_i / P_i = C_i / E_i * E_i / Y_i * Y_i / Y_{3i} * Y_{3i} / P_i \quad (1)$$

と分解する、これは茅の恒等式である。

ただし

$P_i$  : 地域内総人口

$C_i / P_i$  : 一人あたり CO<sub>2</sub> 排出量

このとき、一人あたり CO<sub>2</sub> 排出量の変化 ( $C_i / P_i$ ) は、次のように4つの要因に分解できる。

ただし

$C_i / E_i$  (CO<sub>2</sub> 原単位要因)

$E_i / Y_i$  (エネルギー消費原単位要因)

$Y_i / Y_{3i}$  (産業構造要因)

$Y_{3i} / P_i$  (一人あたり第三次産業経済発展要因)

ここで、 $C_t$  と  $C_0$  はそれぞれ基準年1995年と比較年2008年の CO<sub>2</sub> 排出量を表すと、この2時点の CO<sub>2</sub> 排出量の変化は、以下の式で表せる。

$$\Delta C_i / P_i = C_{it} / P_{it} - C_{i0} / P_{i0} \quad (2)$$

この排出変化量の変化を4つの要因に分解すると、以下の式となる。

$$\Delta C_i / P_i = \Delta C_{tec} + \Delta C_{int} + \Delta C_{str} + \Delta C_{grp} \quad (3)$$

とおくと

$$\begin{aligned} \Delta C_i / P_i = & 0.5(C_{i0} / P_{i0} + C_{it} / P_{it}) \cdot \ln[(C_{it} / E_{it}) / (C_{i0} / E_{i0})] \\ & + 0.5(C_{i0} / P_{i0} + C_{it} / P_{it}) \cdot \ln[(E_{it} / Y_{it}) / (E_{i0} / Y_{i0})] \\ & + 0.5(C_{i0} / P_{i0} + C_{it} / P_{it}) \cdot \ln[(Y_{it} / Y_{3it}) / (Y_{i0} / Y_{3i0})] \\ & + 0.5(C_{i0} / P_{i0} + C_{it} / P_{it}) \cdot \ln[(Y_{3it} / P_{it}) / (Y_{3i0} / P_{i0})] \end{aligned}$$

以上の式から、一人当たり  $\text{CO}_2$  排出量の変化は、 $\text{CO}_2$  原単位要因、エネルギー消費原単位要因、産業構造要因、一人当たり第三次産業発展要因の4つの項に分解することができた。 $\text{CO}_2$  原単位要因はエネルギー消費当たり  $\text{CO}_2$  排出量で、エネルギー源の構成の変化を表す指標である。エネルギー消費原単位要因は単位付加価値あたりのエネルギー消費で、エネルギー消費効率の指標である。産業構造要因は各産業の生産ウエートの変化による全産業の  $\text{CO}_2$  排出への影響を表す。一人当たり第三次産業発展要因は、一人当たり第三次産業規模の変化がどれだけ  $\text{CO}_2$  排出の増減に影響しているのか表している。

表4は中国各地域を三つの地域に分けて、1995年から2008年まで一人当たり  $\text{CO}_2$  排出量の変化である。これは、地域別の人口を「中国統計年鑑」記載の各省、自治区、直轄市人口データを利用して、上の式で計算した。

図4のように、第三次産業成長要因が全ての地域においてプラスとなり、これは、 $\text{CO}_2$  排出を増大させたのは、第三次産業成長要因であることが一目瞭然である。

エネルギー消費原単位要因は、第三次産業成長要因と反対の働きをしていて、 $\text{CO}_2$  排出減少に貢献している。つまり、中国の一人当たりエネルギー効率が非常に高いといえる。

また、海南以外の地域はすべてマイナスとなっており、中には北京、天津、遼寧、上海、山西、内モンゴ、吉林などの地域は比較的に大きい。大体、一人当たり第三次産業成長要因が大きい地域は、一人当たりエネルギー消費原単位要因も強く働いている。この二つの要因がどちらかの強さによって、この地域の  $\text{CO}_2$  排出量も増加あるいは減少する。

一人当たり産業構造要因は、北京、安徽、湖北、重慶、四川、貴州の地域でマイナスとなっており、これ以外の地域でプラスとなる。特に、天津、遼寧、山西、内モンゴ、などの地域において、この産業構造要因が大きくて、これらの地域の産業構造はまだ改善すべき点があると言える。

最後に  $\text{CO}_2$  原単位要因は上海以外のすべての地域でごく微小な変動を示している。これは特に上海では、エネルギーの利用効率が悪いといえる。また、全国地域において、またまたエネルギー転換効率を高める必要がある。

次に、三つの地域の特徴について少し述べる。東部では海南を除いて、北京、天津、河北、遼寧、上海の地域とそれ以外の江蘇、浙江、福建、山東、広東地域に分けてみる。前者においてエネルギー原単位要因がマイナス方向に大きくなっているが、成長要因が大きくプラス方向に働いている。後者の地域ではエネルギー消費原単位のマイナスはそれほど小さくなく、成長要因も弱い。エネルギー消費原単位要因が強く働いている地域では、第三次産業経済成長要因も強く働いている。

中部では、特に目立っているのは、山西、内モンゴ地域の二つである。他の地域と分けてみるのが良い。この二つの地域では、第三次産業経済成長要因が一人当たり  $\text{CO}_2$  を大きくさせ

表 4

		CO <sub>2</sub> 原単位要因	エネ消費原単位 要因	産業構造要因	第三次産業成長 要因	地域別一人当たり CO <sub>2</sub> 排出量の変化
東 部	北 京	-0.0925	-4.0636	-0.1098	4.5702	-0.3664
	天 津	0.0068	-4.1683	1.1575	4.8207	1.1179
	河 北	0.0005	-2.0131	0.3752	3.9021	1.9495
	辽 宁	-0.0417	-3.0853	1.2139	3.8680	1.7397
	上 海	0.5909	-3.7963	0.4178	4.8331	1.1485
	江 苏	0.1378	-1.5528	-0.0319	3.1507	1.4634
	浙 江	-0.0934	-0.7816	0.1255	2.7978	1.6146
	福 建	0.1638	-0.3311	0.1239	1.5395	1.2091
	山 东	0.2019	-1.1916	0.2544	3.6654	2.4344
	广 东	0.2281	-0.9970	0.1881	1.8279	0.8471
海 南	-0.0679	0.3188	0.3639	0.5968	0.9135	
中 部	山 西	-0.0157	-6.5228	1.2768	8.7588	2.8686
	内 蒙 古	-0.0094	-2.8620	0.8174	9.4609	5.9933
	吉 林	0.1340	-2.4306	-0.0075	3.6904	1.2363
	黑 龙 江	0.1783	-1.7767	-0.0146	2.8948	1.1796
	安 徽	0.1275	-0.7644	-0.2135	1.8649	0.9310
	江 西	0.0686	-0.9002	0.1463	1.2781	0.5090
	河 南	0.1153	-1.0176	0.0419	2.4832	1.4249
	湖 北	0.1660	-1.0878	-0.2049	2.1063	0.9414
	湖 南	-0.0021	-1.0596	-0.0271	1.7923	0.6818
西 部	广 西	-0.0083	-0.5143	0.0846	0.9640	0.4665
	重 庆	-0.0160	-0.6651	-0.2344	1.7437	0.8614
	四 川	-0.0144	-0.9079	-0.3514	1.5148	0.5298
	贵 州	-0.0039	-1.1192	-0.2883	2.7587	1.1653
	云 南	-0.0038	-0.5029	0.1065	1.6125	0.9927
	陕 西	-0.0488	-1.4944	0.4225	2.6244	1.3118
	甘 肃	0.1306	-1.5229	0.1220	2.3178	0.9085
	青 海	0.0232	-1.1640	0.5157	2.2375	1.3057
	宁 夏	0.0239	-1.8237	0.9759	6.0349	4.0386
	新 疆	0.0036	-1.6382	0.8476	2.7089	1.3338
全 国	0.0479	-1.4749	0.0670	2.8938	1.3544	

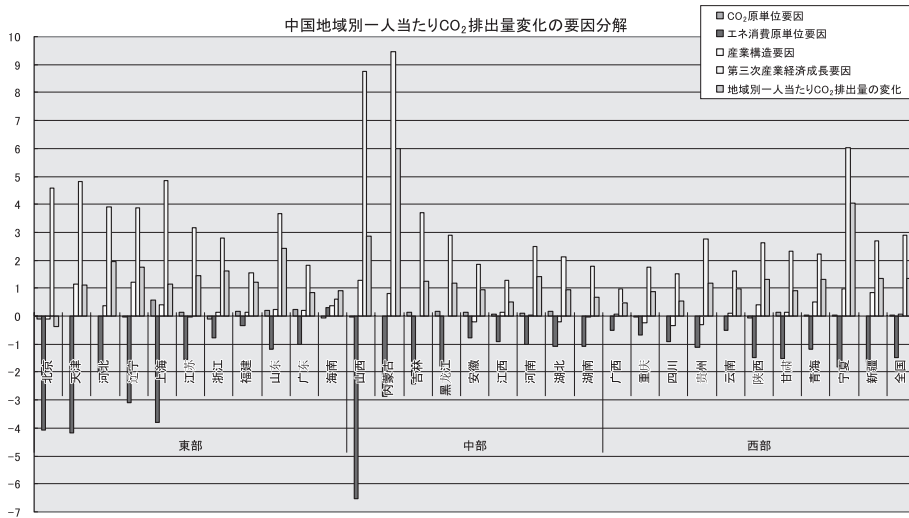


図 4

ている。この地域はとくにエネルギー消費原単位要因も経済成長要因も東部の地域と似ていて、あまり強くない。

全国的に見てみると、東部地域全体はほぼ同じような変化を示していて、中部地域では、山西、内モンゴ、両地域の一人当たり CO<sub>2</sub> 排出量は他の地域よりはるかに高い。中部地域の CO<sub>2</sub> 排出格差が非常に大きい。

また、西部地域では、西南部の広西、重慶、四川、貴州、雲南地域はほぼ経済成長要因もエネルギー消費原単位要因もあまり強くない。一人当たり CO<sub>2</sub> 排出量でも同じような変化量を示している。ただし、貴州の一人当たり CO<sub>2</sub> 排出量がやや高いである。西北部の陝西、甘肅、青海、寧夏、新疆では全体的に西南部より一人当たり CO<sub>2</sub> 排出量の変化は高く、プラスの経済成長要因とマイナスのエネルギー消費要因が強くして、中には特に寧夏地域の一人当たり CO<sub>2</sub> 排出量が高いである。

最後に、全国的に見ると一人当たり CO<sub>2</sub> 排出量変化は、東部が最も高く、その次は中部、最後は西部である。東から西へと徐々に CO<sub>2</sub> 排出が下落している。

#### 第 4 章 ま と め

以上の内容をまとめてみると、第 1 章では中国 CO<sub>2</sub> 排出量要因分析の研究背景とその目的について述べた。中国は目覚ましい経済成長を示し、世界経済の成長の中心となっている。同時に、急激な工業化、人口増加、各地域経済格差の下に、大気汚染、水質汚濁等の産業公害、都市型公害等の環境問題が深刻化しつつある。また、エネルギー消費増大に伴う CO<sub>2</sub> 排出増

加による気候変動、酸性雨問題等の地球環境問題でも世界の焦点の一つとなっている。この背景の下で、中国経済発展の過程で CO<sub>2</sub> 排出量の変化によって各地域の地域性を明らかにし、中国の地域別 CO<sub>2</sub> 排出量変化の要因分析を行った。

第2章では、CO<sub>2</sub> 排出量の推計と要因分析について研究した。まず、2.1節で、GDP のデータを「中国統計年鑑」(1996-2009) から取り上げ、石油・石炭・天然ガスのエネルギー消費量を「中国能源統計年鑑」(1996-2009) から取り上げて、CO<sub>2</sub> 排放係数を用いて中国各地域の CO<sub>2</sub> 排出量を計算した。また、中国の省、自治区、直轄市別の行政地域を東部、中部と西部三つの大きな地域に分けて中国各地域の地域性を説明した。最後に、図表を用いて、中国全体、あるいは地域別の CO<sub>2</sub> 排出量1995年から2008年までの変化と特徴を明らかにした。

2.2節では、Simple Average Divisia methods 法を利用して中国各地域について1995年から2008年までの CO<sub>2</sub> 排出量の変化を、CO<sub>2</sub> 原単位要因、エネルギー消費原単位要因、産業構造要因、第三次産業発展要因の4つの要因を分解した。CO<sub>2</sub> 原単位要因はエネルギー消費の CO<sub>2</sub> 排出量で、エネルギー源の構成の変化を表す指標である。エネルギー消費原単位要因は単位付加価値の産出あたりのエネルギー消費で、エネルギー消費効率の指標である。産業構造要因は各産業の生産ウエートの変化による全産業の CO<sub>2</sub> 排出への影響を表す。第三次産業発展要因は、第三次産業経済規模の変化がどれだけ CO<sub>2</sub> 排出の増減に影響しているのか表している。

2.3節で、以上で分解した CO<sub>2</sub> 原単位要因、エネルギー消費原単位要因、産業構造要因、第三次産業発展要因4つの要因を具体的に分析し、要因の大きさから見るとどの地域においても CO<sub>2</sub> 排出量を増加したのは第三次産業成長要因であった。すべての地域において第三次産業成長要因がプラスになったということがわかった。中国の CO<sub>2</sub> 排出量は経済発展の影響を受けて、東部から中部と西部へと徐々に減っていく傾向が明らかである。

第3章では、一人当たり CO<sub>2</sub> 排出量変化について観察した。全国的に見てると、東部地域全体はほぼ同じような変化を示していて、中部地域では、山西、内蒙古、両地域の一人当たり CO<sub>2</sub> 排出量は他の地域よりはるかに高い。中部地域は CO<sub>2</sub> 排出格差が非常に大きい。また、西部地域では、西南部の広西、重慶、四川、貴州、雲南地域はほぼ経済成長要因もエネルギー消費原単位要因もあまり強くない。一人当たり CO<sub>2</sub> 排出量でも同じような変化量を示している。

中国全体としての都市人口比率は30%くらい、そう高くはない、しかし人口及び経済活動は、比較的集中しており、都市は巨大化しており、東部地域つまり沿海部を中心に労働集約型産業が集中している。このような産業構造はエネルギー産業や CO<sub>2</sub> 排出量を高めて、その地域の環境負荷受容能力を低下する結果となっている。また、一次エネルギーの70%が石

王 鵬 飛

炭で占められていることから CO<sub>2</sub> 排出原因の大部分を占めている。中国今後の環境対策として、産業部門でエネルギー利用効率の向上、エネルギー源の石炭に対する依存度を低減し、グリーンエネルギーを大きく発展することが望んでいる。

#### 参 考 文 献

時政 昂・王 鵬飛『中国各地域、日本、韓国間の CO<sub>2</sub> 排出権取引の利益推定』  
中国国家统计局『中国統計年鑑』（1996年～2009年版）  
中国国家统计局『中国能源統計年鑑』（1996年～2009年版）  
張 宏武著『中国の經濟發展に伴うエネルギーと環境問題 部門別・地域別の經濟分析』溪水社  
中国国家发展和改革委员会能源研究所 (<http://www.eri.org.cn/>)